

31/01/00 485  
JP2

BEST AVAILABLE COPY

(17)特許権所有者について公開された国名出願



(19)世界知的所有権機関  
国際事務局

(17)国際公開日

2003年5月1日 (01.05.2003)

(10)国際公報番号

WO 03/036346 A1

(54)発明の名称: 光導波路部材及び光モジュール

C02B 6/12 (72)発明者: および  
HASHIMOTO (75)発明者: 出願人(本邦についてのみ): 高橋徳 (TAKA-  
MIZU, SD, SU, S2, TZ, UG, ZA, ZW), ユーラシア特  
許申請室 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TI, TM), ヨーロッパ特  
許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
ZA, ZW).

PTCI/JP200301766 (76)発明者: および  
研究室内 Tokyo (P), 井戸立彦 (DO, Item), (PTCI)  
〒152-0050 東京都渋谷区代市 真北ヶ丘一丁目 2-8 0番  
池株式会社 日立製作所 中央研究所 Tokyo (P), 高  
橋徳 (TAKAHASHI, Toshi) (PTCI) 〒152-0050 東京都  
新宿区西新宿二丁目 1番 1号 日立成工株式会  
社内 Tokyo (P).

特願 2001-352310 (74)代理人: 小川朋男 (OGAWA, Keiichi) 〒103-0023 東京都  
千代田区 日本橋茅場町二丁目 9番 8号 丸久事務所  
(75)「国」を除く全ての掲載国について: 特許会  
社 日立製作所 (HITACHI, LTD.) (PTCI), 〒10-4010  
東京都千代田区 茅場町二丁目 9番 8号 丸久事務所 Tokyo (P),  
HITACHI CHEMICAL CO., LTD. (UPA/P) F-63-0049 東京都新宿区 西新宿二丁  
目 1番 1号 Tokyo (P).

(56) 国際出願番号:

2002年5月27日 (CN 0220202)

(57) 国際出願の書類:

日本語

(58) 国際公報の書類:

日本語

(59) 匿名性データー:

特願 2001-352310

2001年10月24日 (24.10.2001) JP (70)代理人: 小川朋男 (OGAWA, Keiichi) 〒103-0023 東京都  
千代田区 日本橋茅場町二丁目 9番 8号 丸久事務所  
ビル 日本橋茅場町二丁目 9番 8号 丸久事務所 Tokyo (P).

(60) 出願人(他国を除く全ての掲載国について): 特許会  
社 日立製作所 (HITACHI, LTD.) (PTCI), 〒10-4010  
東京都千代田区 茅場町二丁目 9番 8号 丸久事務所 Tokyo (P),  
HITACHI CHEMICAL CO., LTD. (UPA/P) F-63-0049 東京都新宿区 西新宿二丁  
目 1番 1号 Tokyo (P).

(61) 国際公報の書類:

日本語

(62) 国際公報の書類:

日本語

(63) 国際公報の書類:

日本語

(64) 国際公報の書類:

日本語

(65) 国際公報の書類:

日本語

(66) 国際公報の書類:

日本語

(67) 国際公報の書類:

日本語

(68) 国際公報の書類:

日本語

(69) 国際公報の書類:

日本語

(70) 国際公報の書類:

日本語

(71) 国際公報の書類:

日本語

(72) 国際公報の書類:

日本語

(73) 国際公報の書類:

日本語

(74) 国際公報の書類:

日本語

(75) 国際公報の書類:

日本語

(76) 国際公報の書類:

日本語

(77) 国際公報の書類:

日本語

(78) 国際公報の書類:

日本語

(79) 国際公報の書類:

日本語

(80) 国際公報の書類:

日本語

(81) 国際公報の書類:

日本語

(82) 国際公報の書類:

日本語

(83) 国際公報の書類:

日本語

(84) 国際公報の書類:

日本語

(85) 国際公報の書類:

日本語

(86) 国際公報の書類:

日本語

(87) 国際公報の書類:

日本語

(88) 国際公報の書類:

日本語

(89) 国際公報の書類:

日本語

(90) 国際公報の書類:

日本語

(91) 国際公報の書類:

日本語

(92) 国際公報の書類:

日本語

(93) 国際公報の書類:

日本語

(94) 国際公報の書類:

日本語

(95) 国際公報の書類:

日本語

(96) 国際公報の書類:

日本語

(97) 国際公報の書類:

日本語

(98) 国際公報の書類:

日本語

(99) 国際公報の書類:

日本語

(100) 国際公報の書類:

日本語

(101) 国際公報の書類:

日本語

(102) 国際公報の書類:

日本語

(103) 国際公報の書類:

日本語

(104) 国際公報の書類:

日本語

(105) 国際公報の書類:

日本語

(106) 国際公報の書類:

日本語

(107) 国際公報の書類:

日本語

(108) 国際公報の書類:

日本語

(109) 国際公報の書類:

日本語

(110) 国際公報の書類:

日本語

(111) 国際公報の書類:

日本語

(112) 国際公報の書類:

日本語

(113) 国際公報の書類:

日本語

(114) 国際公報の書類:

日本語

(115) 国際公報の書類:

日本語

(116) 国際公報の書類:

日本語

(117) 国際公報の書類:

日本語

(118) 国際公報の書類:

日本語

(119) 国際公報の書類:

日本語

WO 03/036346 A1

JP2

(19) 世界知的所有権機関

国際事務局

(17)国際公開日

2003年5月1日 (01.05.2003)

(10)国際公報番号

WO 03/036346 A1

(54)発明の名称: 光導波路部材及び光モジュール

C02B 6/12 (72)発明者: および  
HASHIMOTO (75)発明者: 出願人(本邦についてのみ): 高橋徳 (TAKA-  
MIZU, SD, SU, S2, TZ, UG, ZA, ZW), ユーラシア特  
許申請室 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TI, TM), ヨーロッパ特  
許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
ZA, ZW).

PTCI/JP200301766 (76)発明者: および  
研究室内 Tokyo (P), 井戸立彦 (DO, Item), (PTCI)  
〒152-0050 東京都渋谷区 真北ヶ丘一丁目 2-8 0番  
池株式会社 日立製作所 中央研究所 Tokyo (P), 高  
橋徳 (TAKAHASHI, Toshi) (PTCI) 〒152-0050 東京都  
新宿区西新宿二丁目 1番 1号 日立成工株式会  
社内 Tokyo (P).

特願 2001-352310 (74)代理人: 小川朋男 (OGAWA, Keiichi) 〒103-0023 東京都  
千代田区 日本橋茅場町二丁目 9番 8号 丸久事務所  
(75)「国」を除く全ての掲載国について: 特許会  
社 日立製作所 (HITACHI, LTD.) (PTCI), 〒10-4010  
東京都千代田区 茅場町二丁目 9番 8号 丸久事務所 Tokyo (P),  
HITACHI CHEMICAL CO., LTD. (UPA/P) F-63-0049 東京都新宿区 西新宿二丁  
目 1番 1号 Tokyo (P).

(56) 国際出願番号:

2002年5月27日 (CN 0220202)

(57) 国際出願の書類:

日本語

(58) 国際公報の書類:

日本語

(59) 匿名性データー:

特願 2001-352310

2001年10月24日 (24.10.2001) JP (70)代理人: 小川朋男 (OGAWA, Keiichi) 〒103-0023 東京都  
千代田区 日本橋茅場町二丁目 9番 8号 丸久事務所  
ビル 日本橋茅場町二丁目 9番 8号 丸久事務所 Tokyo (P).

(60) 出願人(他国を除く全ての掲載国について): 特許会  
社 日立製作所 (HITACHI, LTD.) (PTCI), 〒10-4010  
東京都千代田区 茅場町二丁目 9番 8号 丸久事務所 Tokyo (P),  
HITACHI CHEMICAL CO., LTD. (UPA/P) F-63-0049 東京都新宿区 西新宿二丁  
目 1番 1号 Tokyo (P).

(61) 国際公報の書類:

日本語

(62) 国際公報の書類:

日本語

(63) 国際公報の書類:

日本語

(64) 国際公報の書類:

日本語

(65) 国際公報の書類:

日本語

(66) 国際公報の書類:

日本語

(67) 国際公報の書類:

日本語

(68) 国際公報の書類:

日本語

(69) 国際公報の書類:

日本語

(70) 国際公報の書類:

日本語

(71) 国際公報の書類:

日本語

(72) 国際公報の書類:

日本語

(73) 国際公報の書類:

日本語

(74) 国際公報の書類:

日本語

(75) 国際公報の書類:

日本語

(76) 国際公報の書類:

日本語

(77) 国際公報の書類:

日本語

(78) 国際公報の書類:

日本語

(79) 国際公報の書類:

日本語

(80) 国際公報の書類:

日本語

(81) 国際公報の書類:

日本語

(82) 国際公報の書類:

日本語

(83) 国際公報の書類:

日本語

(84) 国際公報の書類:

日本語

(85) 国際公報の書類:

日本語

(86) 国際公報の書類:

日本語

(87) 国際公報の書類:

日本語

(88) 国際公報の書類:

日本語

(89) 国際公報の書類:

日本語

(90) 国際公報の書類:

日本語

(91) 国際公報の書類:

日本語

(92) 国際公報の書類:

日本語

(93) 国際公報の書類:

日本語

(94) 国際公報の書類:

日本語

(95) 国際公報の書類:

日本語

(96) 国際公報の書類:

日本語

(97) 国際公報の書類:

日本語

(98) 国際公報の書類:

日本語

(99) 国際公報の書類:

</div

明細書  
光導波路部材及び光モジュール

## 技術分野

6 本発明は光導波路部材及び光モジュール (Optical Module) に関する、特に光合分波器、光合成結合器 (Optical multiplexer and Optical demultiplexer) 及びこれを用いた光モジュールに関する。

## 背景技術

10 光通信の高速大容量化の観点から、波長多道 (WDM : wavelength division multiplexing) システムが注目を集めている。WDMシステムでは、光合分波器は必要不可欠の素子である。とりわけ、シングルモードファイバ (single-mode fiber) と結合して用いる型の素子は特に重要である。これは、シングルモードファイバを用いると光信号を波形劣化 (degradation of the signal) が少なく伝送できるからである。

15 従来、この様な素子としては、アブライド ファイバス レターパー (App]. Phys. Lett.), vol. 6-1, no. 15, pp. 175-4-1756, 1992, に示された光分波器が知られている。

第13図はこうしたもののお代表例の平面図である。本素子では、基板1上に1芯 (core) のシングルモード導波路10、マルチモード導波路2および4芯のシングルモード導波路アレイ3が、光軸方向に直列に結合されている。本素子を、例えば分波器として動作させる場合は、1芯側にシングルモードファイバ4を結合してシングルモード導波路10に光を入射する。この光はマルチモード導波路2に入射する際に複数のモードを励振する。この光により4分岐されてシングルモード導波路アレイ3から4芯側シングルモードファイバ4へ出力される。

20 25

上記従来例の素子では、1芯側シングルモードファイバ4とマルチモード導波路2との間にシングルモード導波路10を設けて、マルチモード導波路2の中央に光が入射される様に図っている。しかし、この場合、1芯側で素子とシングルモードファイバ4との間に位置されがあると、シングルモード導波路10内に放射性 (radiative) の高次モード光 (higher order mode) 14が励振される。この高次モード光14と0次モード光13とは干渉してしまう。この時、光伝搬は蛇行するため (since, the distribution of the light fluctuates during beam propagation) 、位置ずれが僅かな場合でも、マルチモード導波路2に入力される光の位置や

10 進方向が中心軸から大きくずれてしまう事がある。第14に、この時のシングルモードファイバ4の中心軸11、シングルモード導波路10の中心軸12および光強度のピーク位置15の関係を示す。尚、その他の部分は第13図と同一の符号で示した。この場合、チャンネル間の光出力は大きくばらついてしまう。このため、上記素子を実装する際には、高い位置合わせ精度が必要になり、簡易なバシブアライメント法 (passive alignment method) を用いて実装コストを低減する事は困難である。

15 こうした状況を背景に、本発明の目的は、シングルモードファイバとの間の実装位置ずれトランクが大きく、低コストなバシブアライメント法によるモジュール実装が可能な光合分波器を提供することにある。

20 尚、特開平10-48458号公報には、マルチモード導波路にマルチモードファイバを直接結合した例が報告されている。しかし、この例はあくまで、マルチモードファイバを用いる技術に関するものである。

## 発明の開示

本発明の代表的な形態は、マルチモード導波路2と1芯側シングルモードファイバ4とを直接光学的に結合させる事を特徴とする。尚、本願の光

導波路部材は、光合波器あるいは光分波器として用いることが出来る。光導波路部材を光合波器として用いるか、または光分波器として用いるかによって、当該光導波路部材への光の導入方向が異なる。更に、その目的によってその入射口あるいは射出ローブに所望の光部材、光素子を設けることがある。

5

本発明の形態は、マルチモード光導波路と、このマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合された複数のシングルモード光導波路とを少なくとも有し、前記マルチモード光導波路の前記第一の端面と反対側の第二の端面がシングルモードファイバと光学的に結合が可能なことを特徴とする光導波路部材である。

10

そして、本発明においては、前記マルチモード光導波路の第二の端面に光学的に結合されシングルモード光導波路の長さの設定が肝要である。その設定方法については、下記に詳細に説明する。

本発明の発明思想を説明する旨、一芯側のシングルモード導波路長と挿入損失との関係を例示する。第15図は、上記シングルモード導波路を有する光波器と1芯側シングルモード導波路長 $l_{in}$ と挿入損失との関係を、計算により算出したものである。計算はビーム伝搬法 (beam propagation method) によった。尚、挿入損失 (insertion loss) とは、

15 本発明の光導波路部材を光路中に挿入することに伴う光損失のことである。

20

第15図には、本発明の代表的な素子構造、即ち、 $l_{in} = 0$ の場合の特性も合わせて示される。CH1よりCH4は、4芯側のシングルモード光導波路の各々の特性例を示している。本例では外側に位置するシングルモード光導波路CH1、CH2及びCH3のそれに出較して

25 大きい。しかし、所定の周期で各チャネルの挿入損失のバラツキが極めて

小さくなることが理解される。本発明は、この一芯側シングルモード光導波路をなくす形態か、あるいはこのシングルモード光導波路を用いても各チャネルの特性のバラツキを極めて小さくなる光導波路長を用いる。こうした本発明の素子構造によれば、シングルモード導波路を有する分波器と1芯側シングルモードファイバとが水平方向に位置すればある場合のチャネル間の挿入損失はばらつきを、従来素子の悪化から5dB近く低減できる事が分かる。先に説明したように、マルチモード導波路2と1芯側シングルモードファイバとを直接光学的に結合させる形態が最も好ましい。それは、特性面及び製造面からも首肯できることであろう。

10 以下、光導波特性のバラツキを極めて小さくなる周期と本発明の諸形態について説明する。

第15図に見られるように、1芯側シングルモード導波路長 $l_{in}$ がゼロの場合の外、200μmないしは250μm周期でチャネル間挿入損失差がほぼ無くなる $l_{in}$ が存在する。この周期は、第14図に示した様に、0次モード1.3と放射性の高次モードF1.4の干渉 (beat length) であり、両モードの伝播定数の差 $\Delta$ を除した値に等しくなる。

このように、本発明は $l_{in}$ を、この干渉の周期のn倍 ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ) としても良い。これは、マルチモード干涉 (MMI : multi-mode interference) 型分波器の設計の際に、従来の様に導波モードのみを考えるのではなく、放射モードも含めて考慮する事に相当する。

上記干渉の結果、チャネル間挿入損失差は $l_{in}$ に対して三角関数状に周周期的に変化する。このため、 $l_{in}$ が上記干渉の周期のn倍の構造から、干渉周期に対して所定の小さい値だけ異なっていても、チャネル間挿入損失差は低く抑えられる。そして、その特性を所望の値になすことが出来る。

25 即ち、 $l_{in}$ を干渉周期の1/5以内としても十分本発明の目的を達成することが出来る。言い換れば、この $l_{in}$ は、実質的に4.0μm以内とい

うことが出来る。この条件下によれば、例えは 10 Gb Ethernet  
用モジュール等で十分適用できるものである。

又、 $L_{in}$ を、干渉の周期の  $n - 1 / 5$  倍から干渉周期の  $n + 1 / 5$  倍 ( $n = 0, 1, 2 \dots$ ) の範囲としても良い。又、言い換れば、 $L_{in}$ を、干涉周期の  $n$  倍 ( $n = 0, 1, 2 \dots$ ) から  $\pm 40 \mu m$  以内の範囲にしても良い。  
いうことが出来る。この場合でも、チャネル間挿入損失ばらつきを從来の最悪値から  $3 \text{ dB}$  程度低減できる。

更に望ましくは、 $L_{in}$ を干渉周期の  $1 / 10$  以内の範囲にすれば更に望ましい。言い換れば、 $L_{in}$ を  $20 \mu m$  以内にすれば更に望ましい。

もしくは、同じ効果は、 $L_{in}$ を、干涉の周期の  $n - 1 / 10$  倍から干涉周期の  $n + 1 / 10$  倍 ( $n = 0, 1, 2 \dots$ ) の範囲で得ることが出来る。  
言い換れば、 $L_{in}$ を、干渉周期の  $n$  倍 ( $n = 0, 1, 2 \dots$ ) から  $\pm 20 \mu m$  以内の範囲にすれば更に望ましいということが出来る。この場合は、從来の最悪値にくらべてチャネル間挿入損失ばらつきが  $4 \text{ dB}$  近く低減する事が期待できる。

上記説明の場合は、0 次モード  $1/3$  と干渉する高次モード  $1/4$  が奇数次であるが、偶数次の場合は上記干渉周期として 0 次モード  $1/3$  と高次モード  $1/4$  の伝搬定数の差で  $2 \pi$  を除した値を用いれば良い。

尚、本発明の実施に当つて、前記マルチモード導波路の中心軸と前記マルチモード導波路の第二の端面に光学的に結合されているシングルモード導波路の中心軸とを一致させることが光学的に好ましい。この形態は本発明の特徴形態においても同様である。

又、上記説明で、本発明の光導波路部材の例を分波器として説明したが、分波器と合波器では光の進行方向が逆なだけで動作原理は等しい。従つて、

本発明の条件を合波器として用いる場合も、分波器と同様に大きな実験位置ずれトレンズを確保する事ができる。

本発明は、マルチモード導波路にシングルモードファイバを直接結合して、合分波器の実装位置ずれトレンズの向上を可能にしたことが肝要である。

## 5 圖面の簡単な説明

第 1 図は本発明による第一の実施例を示す平面図である。

第 2 図は本発明による第二の実施例を示す平面図である。

第 3 図は本発明による第二の実施例の一つの形態を示す斜視図である。

第 4 図は本発明による第二の実施例のポリマ導波路部分の製造工程

10 を示す部断面図である。

第 5 図は本発明による第三の実施例を示す平面図である。

第 6 図は本発明による第四の実施例を示す平面図である。

第 7 図は本発明による第五の実施例を示す平面図である。

第 8 図は本発明による第六の実施例を示す平面図である。

15 第 9 図は本発明による第七の実施例を示す平面図である。

第 10 図は本発明による第八の実施例を示す平面図である。

第 11 図は本発明による第九の実施例を示す平面図である。

第 12 図は本発明による第十の実施例を示す平面図である。

第 13 図は従来例を示す平面図である。

20 第 14 図は従来構成における光伝搬の様子を示す平面図である。

第 15 図は一芯単シングルモード導波路長と挿入損失との関係の例を示す図である。

発明を実施するための最も良い形態

以下に本発明の諸実施の形態を列挙する。

第1図に本発明の第一の実施例を示す。本図は素子の概略的な上面図である。本実施例の素子は光合波器としても用いる事ができる。本実施例では、基板1上にマルチモード導波路2と4芯のシングルモード導波路アレイ3が光学的に結合されている。また、マルチモード導波路2のシングルモード導波路アレイ3と結合していない側の端面には、シングルモードファイバ4が光学的に直接結合している。このため、本構造では前記の様に、マルチモード導波路2とシングルモードファイバ4との間の位置合わせに位置すればあつた場合でも、チャネル間での挿入損失のぼらつきを低く抑える事ができる。本例にみられるように、マルチモード導波路にシングルモードファイバを直接結合することが重要である。

第2図に本発明の第二の実施例を示す。本図は素子の概略的な上面図である。本実施例は、光送信モジュールの例である。本実施例でも、第一の実施例と同様に、基板1上にマルチモード導波路2と4芯のシングルモード導波路アレイ3が光学的に結合されている。また、マルチモード導波路2のシングルモード導波路アレイ3と結合していない側の端面には、シングルモードファイバ4が光学的に直接結合している。本モジュールでは、第一の実施例の素子と同一の基板1上にシングルモードファイバ4を位置決め固定するためのV溝6が設けられている。前記V溝6は光ファイバの軸方向に沿って設けられる。基板1は通常、例えばシリコン基板が用いられる。そして、この場合、前記のV溝、即ち断面がV字形をした溝は、シリコン結晶の異方性エッチング(anisotropic etching)によつて、高精度に加工される。シリコン結晶の異方性エッチングによる溝構造を、通常V溝(V-groove)と称している。しかし、現実の形態では、正確なV字型以外にリ字に類似の型状あるいはこれらの形状に変形が加わった形態があり得る。こうした諸形態を含んで本願明細書では「V溝」といはば「V字型」の用語を説明に用いている。こうしたV字型溝構造を有する基板の

構成自体は当該分野で知られたものであるので、その詳細説明は省略する。勿論、これらは他の方策も取り得る。

更に、本例では、V溝6の端面を整えるために、ダイシング溝7が形成されている。又、発振波長の異なる4個の分布帰還(DFB: Distributed FeedBack)型半導体レーザ5が基板1上に搭載され、シングルモード導波路アレイ3と光学的に結合されている。DFB型半導体レーザ5は配線4-1で送信用LSI40と接続して駆動される。本モジュールでは、4個のDFB型半導体レーザ5から発振した波長の異なる光をシングルモードファイバ4に伝播失差でかつチャネル間の損失差を抑えて合波し送信する事ができる。又、本モジュールは、DFB型半導体レーザの代わりに導波路型フォトダイオードを、送信用LSIの代わりに受信用LSIを用いれば受信モジュールとして動作させる事ができる。この場合もチャネル間插入損失差に関する大きな実装位置ずれトランジストが得られる。本例においても、前述したように、マルチモード導波路2にシングルモードファイバ4を直接結合することが必要である。

第3図に、上記第二の実施例をS1基板およびポリマ導波路を用いて作製した例の斜視図を示す。図ではS1の部分は省略した。本モジュールでは、上部第2回に示したマルチモード導波路2およびシングルモード導波路アレイ3は、下側のポリマで構成されたクラッド層(以下、ポリマクラッド層と略記する)22、ポリマで構成されたコア層(以下、ポリマコア層と略記する)23および上側のポリマで構成されたクラッド層(以下、上側ポリマクラッド層と略記する)24から形成されている。本ポリマ導波路は、裏面に二酸化シリコン膜(以下、SiO<sub>2</sub>膜と略記する)21を有するS1基板20上に形成されている。他の部分は第2の例と同様である。即ち、V溝8に光ファイバー4が位置決めして搭載される。V溝6の端面を整えるために、ダイシング溝7が形成されている。4芯のシ

ングルモード導波路 2.3.1、2.3.2、2.3.3、及び 2.3.4 の各々は DFB 型半導体レーザ 5.1、5.2、5.3、及び 5.4 に接続される。こうして構成された本モジュールでは、シングルモードファイバ 4 との位置ずれトレンチスが 1.0  $\mu\text{m}$  以上の特性が得られた。即ち、チャネル間のばらつき 0.5 dB 以下である。又、動作波長帯は 1.3  $\mu\text{m}$  の例である。

第 4 図に上記モジュールの光導波路部分の作製法を示す。図では他の領域は省略されている。それらは、通常の方法で制作して十分である。第 4 図は、製造工程順に示す素子主要部の断面図である。  
10 光導波路は、 $\text{SiO}_2$  膜 2.1 が形成された Si 基板 2.0 を基盤し、この  $\text{SiO}_2$  膜 2.1 上に下側ポリマクラッド層 2.2 およびポリマコア層 2.3 を形成する（第 4 図（A））。この後、周知の方法により、4 芯のシングルモード導波路 2.3.1、2.3.2、2.3.3、及び 2.3.4 の各々に対応するように、ポリマコア層 2.3 をエッチングする（第 4 図（B））。こうして準備した基板上に、上側ポリマクラッド層 2.4 を形成すれば、ポリマ導波路によって光導波路部が形成される（第 4 図（C））。こうした構成に用いる代表的なポリマの例は、例えば、ポリイミド（polyimide）、ポリシリコン（polysiloxane）、エポキシ樹脂（epoxy resin）、アクリル樹脂（acrylate resin）、あるいはこれらの錯構造のフッ素化された有機高分子樹脂（fluorinated polymer）等である。

尚、上記モジュールのシリコン基板 2.0 への V溝 6 は、例えば KOH 液（KOH solution）を用いた異方性のウエット・エッチングにより得ることが出来る。  
15 尚、具体的な応用に際しての例を示せば、光導波路のコアは、6.5  $\mu\text{m} \times 6.5 \mu\text{m}$  程度、クラッドの屈折率は 1.525 程度、クラッドとコアの屈折率差は 0.4% より 0.5% 程度である。又、当該光モジュール

の使用波長帯は、例えば 1250 nm より 1375 nm 程度である。一般に 10 Gb E-WDM では、中心波長は 1257.7 nm、1300.2 nm、1324.7 nm 及び 1349.2 nm の 4 波が用いられている。  
20 上記説明では、DFB 型半導体レーザおよび導波路型フォトダイオードを用いた場合について述べたが、光システムの要前に応じて、他の型の半導体レーザやフォトダイオードもしくは他の光素子を、用いることが出来る。

第 5 図に本発明の第三の実施例を示す。本実施例は第二の実施例の態に、DFB 型半導体レーザ 5 代わりにシングルモードファイバ 4 をシンクルモード導波路アレイ 3 と光学的に結合した例である。尚、他の構成はこれまでの例と同様であるので、詳細説明は省略する。本実施例ではシングルモード導波器としても用いる事ができる。又、本実施例ではシングルモード導波路アレイ 3 と光学的に結合させる光ファイバの全てもしくは一部をマルチモードファイバとしても良い。この場合、本実施例は分波器として動作させる事ができる。  
25 第 6 図に本発明の第四の実施例を示す。本実施例の素子は、光モジュールの基板を複数の部材から構成する例である。即ち、この例では、マルチモード導波路 2 およびシングルモード導波路アレイ 3 が形成されている基板 1 と異なる第二の基板 8 とを有する。第二の基板 8 上には、第二のシングルモード導波路アレイ 9 が形成されている。他の構成は第 5 図の例などと同様である。  
20 本実施例は第二の実施例において、DFB 型半導体レーザ 5 の代わりに第二のシングルモード導波路アレイ 9 をシングルモード導波路アレイ 3 と光学的に結合した例である。本実施例も合波器としても分波器としても用いる事ができる。ここで、本実施例の素子を分波器として用いる場合に、25 は、シングルモード導波路アレイ 9 の代わりにマルチモード導波路アレイ

もしくは、マルチモード導波路とシングルモード導波路により形成された導波路アレイを用いる事もできる。

第7図に本発明の第五の実施例を示す。本実施例は合波器の例である。本実施例は、第二の実施例として示した光モジュールにおけるシングルモードファイバ4の、マルチモード導波路2と結合していない側の端面が、マルチモードファイバ30に結合されている例である。この場合、シングルモードファイバ4から單一モードをマルチモードファイバ30の中央に入射することができる、マルチモードファイバ30内に導波モードを効率良く励振する事ができる。他の構成は第2図の例などと同様である。

この様に、本発明はマルチモードファイバによる光伝送に用いても有効である。

本発明では、シングルモード導波路アレイ3におけるシングルモード導波路の本数は任意であり、上記実施例の説明に用いた圖の様に必ずしも4本に制限する必要は無い。こうした例を、第8図に第六の実施例として7本のシングルモード導波路を有する例を示す。

本発明では、マルチモード導波路2とシングルモードファイバ4との間に $0 \mu\text{m}$ 近傍の有限の長さを有するシングルモード導波路10を設けても良い。第9図に、第七の実施例として本構造を有する合分波器を示す。この場合も前記説明の様に、大きな実装位置ずれトレンズを得る事ができる。尚、前記シングルモード導波路10の長さを「 $0 \mu\text{m}$ 近傍の有限の長さ」と記載したが、より具体的には、課題を解決する手段の間に詳細したところである。更に、その許容範囲は第15をもつて説明したところである。

更に、次の形態が实用的に有用である。即ち、それは、マルチモード導波路の第二の端面に光学的に結合されているシングルモード導波路の長さの許容範囲の中央値が、前記シングルモード導波路の0次固有モードと

放射性の1次モードとの間の伝搬定数差 (difference in propagation constant) を $\pi$ を除した値である光導波路部材である。あるいは、又、マルチモード導波路の第二の端面に光学的に結合されているシングルモード導波路の長さの許容範囲の中央値が、該シングルモード導波路の0次回

6 有モード比放射性の2次モードとの間の伝搬定数差で $2\pi$ を除した値である光導波路部材である。こうした光導波路部材を各種光モジュールに用いた形態が有用である。

又、当該光導波路部材において、マルチモード導波路の中心軸とマルチモード導波路の第二の端面に光学的に結合されているシングルモード導

10 波路の中心軸とが一致する形態が実用に好ましい。

第10図に本発明の第八の実施例を示す。本実施例は上記第七の実施例の素子を用いた送信もしくは受信モジュールの例である。本モジュールは、光素子の変わりにシングルモードファイバもしくはシングルモード導波路をシングルモード導波路アレイ3に結合させれば、合分波モジュールとして動作させる事ができる。

15 又、本発明では、マルチモード導波路2とシングルモードファイバ4との間にシングルモード導波路10を設けて、このシングルモード導波路10の長さを0次モードと放射性の高次モードとの干渉の周期もしくはその周期の近傍にても良い。第11図に、本構造を有する第九の実施例を示す。この場合も前記説明の様に、大きな実装位置ずれトレンズを得る事ができる。尚、前記シングルモード導波路10のより具体的な長さは、課題を解決する手段の間に詳細したところである。

第12図に本発明の第十の実施例を示す。本実施例は上記第九の実施例の素子を用いた送信もしくは受信モジュールの例である。

20 又、本モジュールは、光素子の変わりにシングルモードファイバもしくはシングルモード導波路をシングルモード導波路アレイ3に結合させられ

本発明は、基板、導波路およびその他の構成要素の材料に課わらず有効であり、上記実施例で説明した場合に制限されない。また、本発明はシングルモードファイバ、光素子、導波路およびその他の構成要素の位置決め固定法に課わらず有効であり、上記実施例で説明した場合に制限されない。以下に、本発明に用い得る、前記マルチモード導波路の第二の端面に光学的に結合されている前記シングルモード光導波路の長さの諸形態を整列し、列挙する。尚、例えば $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下と具体的な数字

のみで示された形態は除いた。

(1) マルチモード光導波路と、このマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合された複数の第一のシングルモード光導波路と、前記マルチモード光導波路の前記第一の端面と反対側の第二の端面上に光学的に結合された少なくとも一つの第二のシングルモード光導波路とを有し、且つ前記少なくとも一つの第二のシングルモード光導波路の長さが、前記第二のシングルモード導波路の0次回有モードと放射性の高次モードとの干渉周期の  $n-1/5$  倍から  $n+1/5$  倍（ここで、 $n=0, 1, 2, \dots$ ）の範囲（但し、正の数）、又は前記第二のシングルモード導波路の0次回有モードと放射性の高次モードとの間の伝搬定数差で  $\pi$  を除した値の  $n-1/5$  倍から  $n+1/5$  倍（ここで、 $n=0, 1, 2, \dots$ ）の範囲（但し、正の数）、又は前記第二のシングルモード導波路の0次回有モードと放射性の高次モードとの間の伝搬定数差で  $2\pi$  を除した値の  $n-1/5$  倍から  $n+1/5$  倍（ここで、 $n=0, 1, 2, \dots$ ）の範囲（但し、正の数）の少なくともいづれかで表される範囲にある。

(2) 前記マルチモード導波路の第二の端面上に光学的に結合されている前記シングルモード光導波路の長さが、前記シングルモード導波路の0次回有モードと放射性の高次モードとの干渉周期の  $n-1/10$  倍から  $n+1/10$  倍

1/10倍(ここで、 $n=0, 1, 2, \dots$ )の範囲(值し、正の数)にあることを特徴とする前記(1)に記載の光導波路部材である。

た一つのシングルモード光導波路と、前記シングルモード光導波路の前面にマルチモード光導波路と結合された第一の端面と反対側の第二の端面に

光学的に結合されたシングルモードファイバを、少なくとも有し、且つ前記シングルモード光導波路の長さが、前記シングルモード導波路の0次

固有モードと放射性の高次モードとの干涉周期のn倍 ( $n=0, 1, 2, \dots$ ) から $\pm 4.0\text{ }\mu\text{m}$ 以内 (想し、正の数) である。

(4) 前記マルチモード導波路の第二の端面に光光学的に結合されている前記シングルモード導波路の0次固有モードと前記シングルモード導波路の高次モードとの干涉周期のn倍(ここで、 $n=0, 1, 2, \dots$ )が、前記シングルモード導波路の高次モードの高次モードとの干涉周期のn倍(ここで、 $n=0, 1, 2, \dots$ )である。

記(4)に記載の光導波路部材である。

た一つのシングルモード光導波路と、前記シングルモード光導波路の前面にワイヤー半導波路が結合された第一の端面と反対側の第二の端面!

光学的に結合されたシングルモードファイバとを、少なくとも有し、且つ前記シングルモード光導波路の長さが、前記シングルモード導波路の〇・一メートルから二・九メートルの間に於て定常アーチを除した値

$n-1/5$ 倍から $n+1/5$ 倍（ここで、 $n=0, 1, 2, \dots$ ）の範囲（すなはち、 $n+2/5$ 倍を特徴とする半導体路筋材である。

(6) 前記マルチモード導波路の第二の端面に光学的に結合されている前記シングルモード導波路の長さが、前記シングルモード導波路の0次固有モードと放射性の高次モードとの間の伝搬定数差で $\pi$ を除した値の $n - 1 / 10$ 倍から $n + 1 / 10$ 倍（ここで、 $n = 0, 1, 2, \dots$ ）の範囲（ただし、正の数）にあることを特徴とする前記（5）に記載の光導波路部材である。

(7) マルチモード光導波路と、このマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合された複数のシングルモード光導波路と、前記マルチモード光導波路の前記第一の端面と反対側の第二の端面に光学的に結合された一つのシングルモード光導波路と、を少なくとも有し、前記シングルモード光導波路の前記マルチモード導波路と結合された第一の端面と反対側の第二の端面がシングルモードファイバと光学的に結合が可能であり、且つ前記シングルモード光導波路の長さが、前記シングルモード導波路の0次固有モードと放射性の高次モードとの間の伝搬定数差で $\pi$ を除した値から $\pm 4.0 \mu m$ 以内（正の数）であることを特徴とする光導波路部材である。

(8) 前記マルチモード導波路の第二の端面に光学的に結合されている前記シングルモード導波路の長さが、前記シングルモード導波路の0次固有モードと放射性の高次モードとの間の伝搬定数差で $\pi$ を除した値から $\pm 2.0 \mu m$ 以内（正の数）であることを特徴とする光導波路部材である。

(9) マルチモード光導波路と、このマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合された複数のシングルモード光導波路と、前記マルチモード光導波路の前記第一の端面と反対側の第二の端面に光学的に結合された第一の端面と反対側の第二の端面がシングルモードファイバと光学的に結合が可能であり、且つ前記シングルモード導波路の長さが、前記シングルモード導波路の0次固有モードと放射性の高次モードとの間の伝搬定数差で $\pi$ を除した値から $\pm 2.0 \mu m$ 以内（正の数）であることを特徴とする前記（11）に記載の光導波路部材である。

以下に本発明の光導波路部材の実用的な形態を整理して列挙する。

対側の第二の端面がシングルモードファイバと光学的に結合が可能であり、且つ前記シングルモード光導波路の長さが、前記シングルモード導波路の0次固有モードと放射性の高次モードとの間の伝搬定数差で $2\pi$ を除した値の $n - 1 / 5$ 倍から $n + 1 / 5$ 倍（ここで、 $n = 0, 1, 2, \dots$ ）の範囲（但し、正の数）にあることを特徴とする光導波路部材である。

- 5 (1-0) 前記マルチモード導波路の第二の端面に光学的に結合されている前記シングルモード導波路の長さが、前記シングルモード導波路の0次固有モードと放射性の高次モードとの間の伝搬定数差で $2\pi$ を除した値の $n - 1 / 10$ 倍から $n + 1 / 10$ 倍（ここで、 $n = 0, 1, 2, \dots$ ）の範囲（但し、正の数）にあることを特徴とする光導波路部材である。
- 10 (1-1) マルチモード光導波路と、このマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合された複数のシングルモード光導波路と、前記マルチモード光導波路の前記第一の端面と反対側の第二の端面に光学的に結合された一つのシングルモード光導波路と、前記マルチモード光導波路と、前記マルチモード光導波路の前記第一の端面と反対側の第二の端面と反対側の第一の端面と反対側の第二の端面に光学的に結合された一つのシングルモード光導波路と、を少なくとも有し、前記シングルモード光導波路の前記マルチモード光導波路と結合された第一の端面と反対側の第二の端面がシングルモードファイバと光学的に結合が可能であり、且つ前記シングルモード導波路の長さが、前記シングルモード導波路の0次固有モードと放射性の高次モードとの間の伝搬定数差で $\pi$ を除した値から $\pm 4.0 \mu m$ 以内（正の数）であることを特徴とする光導波路部材である。
- 15 (1-2) 前記マルチモード導波路の第二の端面に光学的に結合されている前記シングルモード導波路の長さが、前記シングルモード導波路の0次固有モードと放射性の高次モードとの間の伝搬定数差で $2\pi$ を除した値から $\pm 2.0 \mu m$ 以内（但し、正の数）であることを特徴とする前記（11）に記載の光導波路部材である。
- 20 (9) マルチモード光導波路と、このマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合された複数のシングルモード光導波路と、前記マルチモード光導波路の前記第一の端面と反対側の第二の端面に光学的に結合された第一の端面と反

その第1は、本発明の光導波路部材のマルチモード導波路もしくはシングルモード導波路の少なくとも一つがボリマ材料により作製されている事を特徴とするものである。

第2は、本発明の光導波路部材のマルチモード導波路もしくはシングルモード導波路の少なくとも一つがシリコン基板上に作製している事を特徴とするものである。

第3は、マルチモード導波路の第二の端面に光学的に結合されているシングルモード導波路のマルチモード導波路と結合していない側の端面がシングルモードファイバと光学的に結合している事を特徴とするものである。

第4は、マルチモード導波路もしくはシングルモード導波路と同一の基板に形成されたV字型もしくは他の断面形状を有する海によりシングルモードファイバが固定されている事を特徴とするものである。

第5は、シングルモード導波路とともにマルチモード導波路とも光学的に結合していない側のシングルモードファイバの端面がマルチモードファイバと光学的に結合している事を特徴とする光導波路部材である。前記第3及び第4の形態に本技術思想を適用する形態は好ましい。

以下に本願の光モジュールの例を列挙する。

第1の形態は、少なくとも1個の本発明の光合波器もしくは光分波器を有し、当該光合波器もしくは光分波器の有するマルチモード導波路の第一の端面に光学的に結合しているシングルモード導波路の少なくとも一本が、マルチモード導波路と光学的に結合していない側の端面において光束もしくは光導波路もしくはシングルモードファイバもしくはマルチモードファイバと光学的に結合している事を特徴とする光モジュールである。

第2は、マルチモード導波路の第一の端面に光学的に結合しているシングルモード導波路もしくはシングルモード導波路と同一の基板に形成されたV字型もしくは他の断面形状を有する導波路部材である。

第3は、前記第1の形態の光モジュールにおいて、光合波器におけるマルチモード導波路の第一の端面に光学的に結合している複数のシングルモード導波路に各々発振波長の異なる分布帰還型もしくは分布反射型半導体レーザが光学的に結合している事を特徴とする光モジュールである。

第4は、前記第1の形態の光モジュールにおいて、光分波器におけるマルチモード導波路の第一の端面に光学的に結合している複数のシングルモード導波路に導波路型ワットダイオードが光学的に結合している事を特徴とする光モジュールである。

本発明の実施例によれば、安価なバッシュアライメント法によるモジュール実装が可能になるため、低価格な光モジュールを得る事ができる。

本発明の実施例によれば、大きな実装位置ずれトランクを有する光導波路部材、例えば光合分波器を提供することができる。

#### 20 産業上の利用可能性

本発明の特徴は、マルチモード光導波路と、このマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合された複数の第一のシングルモード光導波路とを有し、前記マルチモード光導波路の前記第一の端面と反対側の第二の端面がシングルモードファイバと光学的に結合が可能であることを特徴とする光モジュールである。

第2は、マルチモード導波路の第一の端面に光学的に結合しているシングルモード導波路もしくはシングルモード導波路と同一の基板に形成されたV字型もしくは他の断面形状を有する導波路部材である。

導波路部材、例えば光合分波器を提供することができる。

#### 請求の範囲

1. マルチモード光導波路と、このマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合された複数の第一のシングルモード光導波路と、少なくとも有し前記マルチモード光導波路の前記第一の端面と反対側の第二の端面がシングルモードファイバと光学的に結合が可能であることを特徴とする光導波路部材。
2. 前記マルチモード光導波路の前記第一の端面と反対側の第二の端面に光学的に結合されたシングルモードファイバを少なくとも有することを特徴とする請求項1に記載の光導波路部材。
3. 前記マルチモード光導波路の前記第二の端面に隣接して、この第二の端面に光学的に結合する光ファイバを保持する為の滑り造が配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光導波路部材。
4. 前記マルチモード光導波路の前記第二の端面に隣接して、この第二の端面に光学的に結合する光ファイバを保持する為の滑り造が配置され、前記マルチモード光導波路の第二の端面に光学的に結合されたシングルモードファイバを有し、且つ前記シングルモードファイバが前記滑り造に保持されていることを特徴とする請求項2に記載の光導波路部材。
5. 前記マルチモード光導波路及び前記第一のシングルモード光導波路の内の少なくとも一者が高分子樹脂材料によって構成されていることを特徴とする請求項1に記載の光導波路部材。
6. 前記マルチモード光導波路及び前記第一のシングルモード光導波路の内の少なくとも一者が高分子樹脂材料によって構成されていることを特徴とする請求項2に記載の光導波路部材。
7. 前記マルチモード光導波路及び前記第一のシングルモード光導波路の内の少なくとも一者がシリコーン基板上に搭載されていることを特徴と

支那の半島沿岸部

8. 前記マルチモード光導波路及び前記第一のシングルモード光導波路の内の少なくとも一者がシリコン基板上に搭載されていることを特徴とする請求項2に記載の光導波路装置

第2回 舟中で見つけた金の糸巻

前記光導波路部材の有するマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合している複数の第一のシングルモード光導波路の少なくとも一者と、前記マルチモード光導波路と光学的に結合していない側の、前記マルチモード光導波路の第二の端面に、この第二の端面に光学的に結合される光導波路、シングルモードファイバ、マルチモードファイバ及び、光ファイバを保持する為の構造の群から選ばれた少なくとも一者を有することを特徴とする光モジュール。

10. マルチモード光導波路と、このマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合された複数の第一のシングルモード光導波路と、前記マルチモード光導波路の第一の端面と反対側の第二の端面に光学的に結合された少なくとも一つの第二のシングルモード光導波路とを、少なくとも有し、且つ前記第二のシングルモード光導波路の長さが $4.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする光導波路部材。

する請求項1に記載の光導波路部材。

8. 前記マルチモード光導波路及び前記第一のシングルモード光導波路の内の少なくとも一者がシリコン基板上に搭載されていることを特徴とする請求項2に記載の光導波路部材。

9. 請求項2に記載の光導波路部材の少なくとも一つを有し、前記光導波路部材の有するマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合している複数の第一のシングルモード光導波路の少なくとも一者と、前記マルチモード光導波路と光学的に結合していない側の、前記マルチモード光導波路の第二の端面に光学的に結合される光導波路、シングルモードファイバ、マルチモードファイバ、及び、光ファイバを保持する為の構造群から選ばれた少なくとも一者を有するることを特徴とする光モジュール。

10. マルチモード光導波路と、このマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合された複数の第一のシングルモード光導波路と、前記マルチモード光導波路の第一の端面と反対側の第二の端面に光学的に結合された少なくとも一つの第二のシングルモード光導波路とを、少なくとも有し、且つ前記第二のシングルモード光導波路の長さが $4.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする光導波路部材。

13. 前記少なくとも一つの第二のシングルモード光導波路の前面に結合されたシングルモードファイバーを有することを特徴とする請求項10に記載の光導波路材。

14. 前記少なくとも一つの第二のシングルモード光導波路は第三の端面と第四の端面を有し、前記第二のシングルモード光導波路の前記第三の端面は前記マルチモード光導波路の第二の端面上に光学的に結合し、前記第四の端面上に隣接して、前記第二のシングルモード光導波路の第四の端面上に光学的に結合する光ファイバを保持する為の溝構造が配置されていることを特徴とする請求項10に記載の光導波路部材。

15. 前記第四の端面に接続し、前記第一のシングルモード光導波路の第四の端面上に光学的に結合する光ファイバを保持する為の溝構造が配置され、前記マルチモード光導波路の第四の端面に光学的に結合されたシングルモードファイバを有し、且つ、前記シングルモードファイバが前記溝構造に保持されていることを特徴とする請求項11に記載の光導波路部材。

16. 前記第四の端面に隣接して、前記第一のシングルモード光導波路の第四の端面上に光学的に結合する光ファイバを保持する為の滑構造が配置されていることを特徴とする請求項12に記載の光導波路部材。

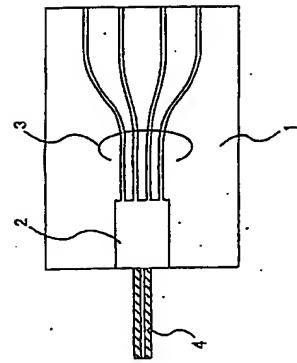
17. 前記マルチモード光導波路及び前記第一及び第二のシングルモード光導波路の内の少なくとも一者が高分子樹脂材料によって構成されていることを特徴とする請求項10に記載の光導波路部材。

18. 前記マルチモード光導波路及び前記第一及び第二のシングルモード

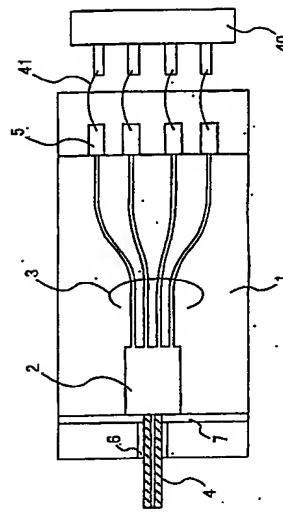
ド光導波路の内の少なくとも一音がシリコン基板上に搭載されていることを特徴とする請求項10に記載の光導波路部材。

19. マルチモード光導波路と、このマルチモード光導波路の第一の端面に光学的に結合された複数の第一のシングルモード光導波路と、前記マルチモード光導波路の第一の端面と反対側の第二の端面に光学的に結合された少なくとも一つの第二のシングルモード光導波路とを有し、且つ前記少なくとも一つの第二のシングルモード光導波路の長さが、前記第二のシングルモード導波路の0次固有モードと反射性の高次モードとの干涉周期の  $n - 1 / 5$  倍から  $n + 1 / 5$  倍（ここで、 $n = 0, 1, 2, \dots$ ）の範囲（但し、正の数）、又は前記第二のシングルモード導波路の0次固有モードと反射性の高次モードとの間の伝搬定数差で  $\pi$  を除した値の  $n - 1 / 5$  倍から  $n + 1 / 5$  倍（ここで、 $n = 0, 1, 2, \dots$ ）の範囲（但し、正の数）、又は前記第二のシングルモード導波路の0次固有モードと反射性の高次モードとの間の伝搬定数差で  $2\pi$  を除した値の  $n - 1 / 5$  倍から  $n + 1 / 5$  倍（ここで、 $n = 0, 1, 2, \dots$ ）の範囲（但し、正の数）の少なくともいづれかで表される範囲にあることを特徴とする光導波路部材。
20. 前記少なくとも一つの第二のシングルモード光導波路は第三と第四の端面を有し、前記第二のシングルモード光導波路の第三の端面が前記マルチモード光導波路の第二の端面に光学的に結合され、且つ、前記第二のシングルモード光導波路の前記マルチモード光導波路と結合された第二の端面と反対側の第四の端面に光学的に結合されたシングルモードファイバを有することを特徴とする請求項19に記載の光導波路部材。

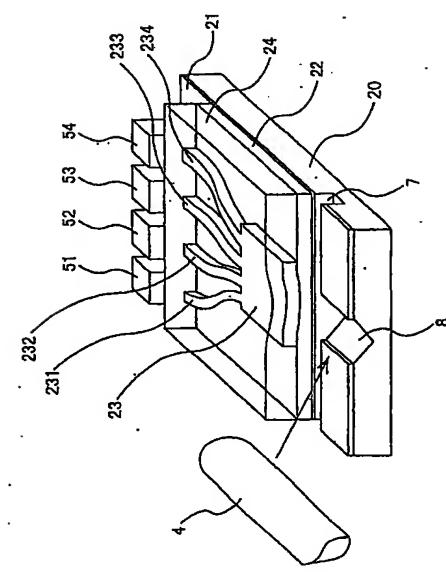
第1図



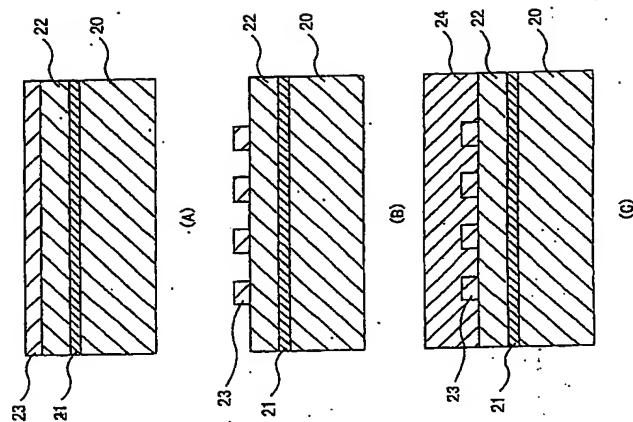
第2図



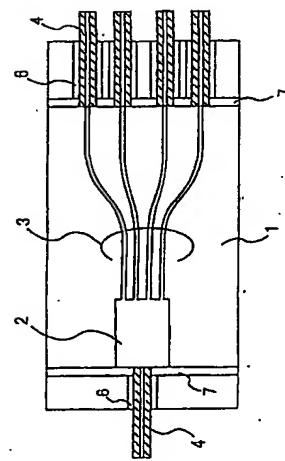
第3図



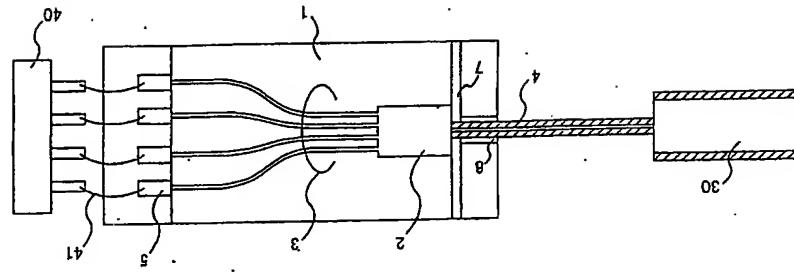
第4図



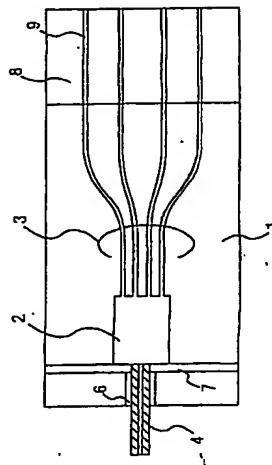
第5図



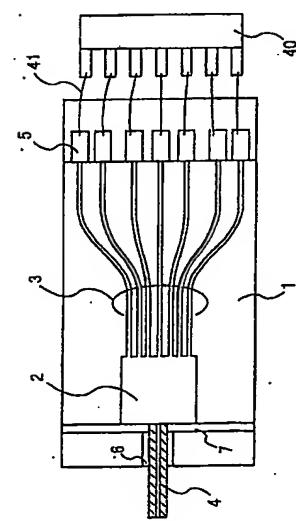
第7図



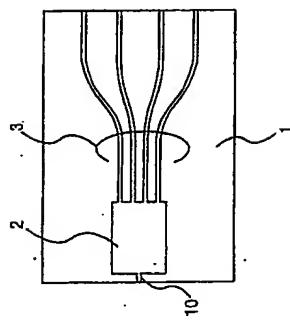
第6図



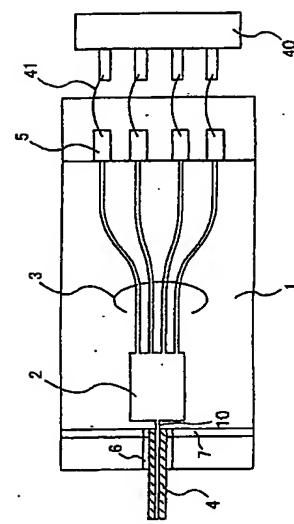
第8図

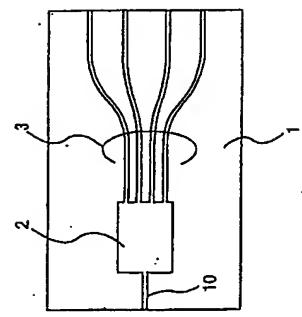


第9図

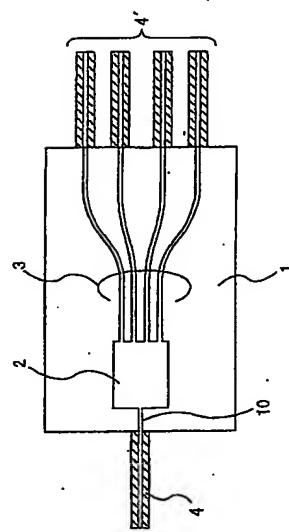


第10図

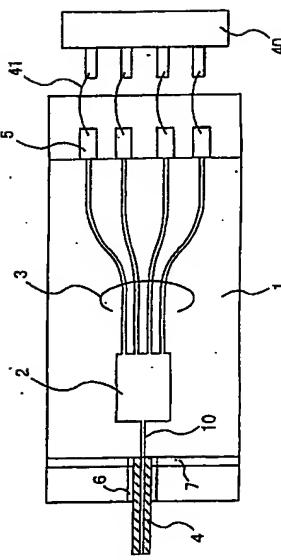




第11图

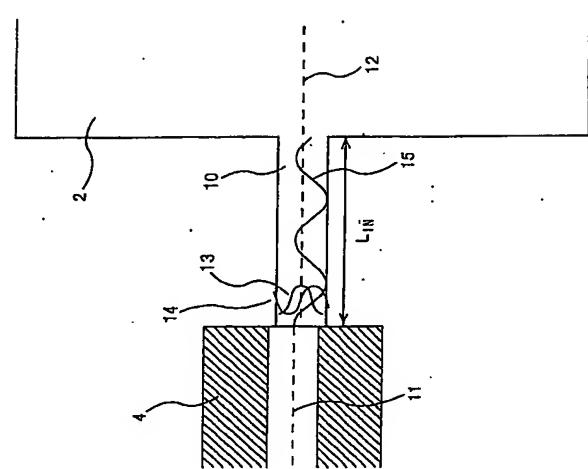


第13图

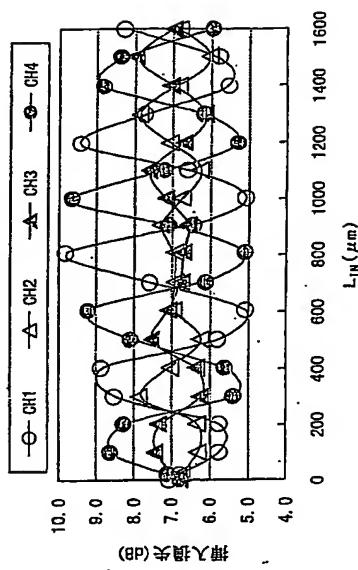


第12图

第14図



第15図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/01766

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.7 G02B6/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int. Cl? G02B6/12-6/14, 6/28-6/293Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shitansu Koho 1922-1956 Totoroku Jitsuyou Shitansu Koho 1994-2002  
Kokai Jitsuyou Shitansu Koho 1971-2002 Jitsuyou Shitansu Totoroku Koho 1996-2002  
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                  | Relevant to claim No.                         |
|-----------|---|---|
| X         | JP 6-139335 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 20 May, 1994 (20. 05. 94)                     | 1,2,7,8,<br>10-13,18,19<br>3-6,9,<br>14-17,20 |
| X         | H. TAKABASHI et al., IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 5, No. 1 (January 1993) Pages 58 to 60 | 1,2,7,8,<br>10-13,18,19<br>3-6,9,<br>14-17,20 |
| X         | JP 6-317723 A (Hitachi Cable, Ltd.), 15 November, 1994 (15.11.94), Fig. 1                           | 1,2,10-13,<br>19<br>3-9,14-18,<br>20          |
| Y         |   |   |

 Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

X document defining the general state of the art which is not

considered to be of particular relevance.

Y earlier document but published on or after the international filing

date which may throw doubts on priority claim(s) or which is

used to establish the publication date of another citation or other

special reasons (as defined)

document referring to an oral (electronically transmitted) or other

means

document published prior to the international filing date but later

than the priority date claimed.

Date of the actual completion of the international search report

01 May, 2002 (01.05.02)

Name and mailing address of the ISV/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Telephone No.

|   |
|---|
| International application No.<br>PCT/JP02/01766 |
|---|

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/01766

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.   |
|-----------|---|-------------------------|
| Y         | EP 10-48158 A (NEC Corp.), 20 February, 1998 (20.02.98), & US 5949331 A   | 3,4,7-9,<br>14-16,18,20 |
| Y         | JP 2000-121857 A (Hitachi, Ltd.), 28 April, 2000 (28.04.00), & US 6236784 B1  | 5-8,17,18               |
| A         | EP 801316 A2 (Ohmeda Inc.), 15 October, 1997 (15.10.97), & US 5790729 A   | 1-20                    |
| A         | J.M. Heaton et al., Applied Physics Letters, Vol. 61, No.15 (12 October, 1992 (12.10.92)), pages 1754 to 1756   | 1-20                    |
| A         | US 495045 A (STC PLC), 21 August, 1990 (21.08.90), & GB 2220164 A & DE 3923185 A  | 1-20                    |
| A         | JP 1-156703 A (Fujitsu Ltd.), 20 June, 1989 (20.06.89), (Family: none)  | 1-20                    |
| A         | JP 3-171115 A (OKI Electric Industry Co., Ltd.), 24 July, 1991 (24.07.91), (Family: none)   | 1-20                    |
| A         | WO 92/11554 A1 ("The Secretary of State for Defense in her Britannic Majesty's Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland), 09 July, 1992 (09.07.92), & US 5379354 A & EP 563066 A1 | 1-20                    |
| A         | US 4087159 A (Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V.), 02 May, 1978 (02.05.78), & GB 152592 A & FR 2285623 A & JP 51-37457 A   | 1-20                    |

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1998)



| C(索引)<br>引用文献の<br>カテゴリーや* | 題述すると認められる文書   |
|---------------------------|--|
| Y                         | 引用文献名 及び一部の箇所が翻訳するとときは、その翻訳する箇所の表示<br>JP 10-4858 A (日本電気株式会社), 1990.02.20<br>& US 594931 A   |
| Y                         | JP 2000-121857 A (株式会社日立製作所), 2000.04.28<br>& US 6236784 B1  |
| A                         | EP 801316 A2 (Ohmeda Inc.), 1997.10.15<br>& US 5790729 A & JP 2000-121857 A  |
| A                         | J.M.Heaton et al., Applied Physics Letters, Vol.61 No.15 (12 October 1992) pp.1754-1756  |
| A                         | US 4950045 A (STC PLC), 1990.08.21<br>& GB 2220764 A & DE 3923185 A & FR 2634288 A   |
| A                         | JP 1-156703 A (富士通株式会社), 1989.06.20<br>(ファミリーなし)   |
| A                         | JP 3-171115 A (神電気工業株式会社), 1991.07.24<br>(ファミリーなし)   |
| A                         | WO 92/11554 A1 (The Secretary of State for Defence in Her Britannic Majesty's Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland), 1992.07.09<br>& US 5379354 A & JP 6-503899 A & EP 563068 A1 |
| A                         | US 4087159 A (Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V.), 1978.05.02<br>& GB 1525492 A & DB 2445150 A & FR 2285623 A<br>& JP 51-57457 A  |

|  |   |
|--|---|
| 第I欄 請求の範囲の一部の翻訳ができないときの意見 (第1ページの2の意見) 第8系第3項 (PCT17条(6)) の規定により、この国際特許報告は次の理由により請求の範囲の一部について非成しかつた。   |   |
| 1. <input type="checkbox"/> 請求の範囲_____は、この国際特許報告が開示することを要しない対象に係るものである。<br>つまり、  |   |
| 2. <input type="checkbox"/> 請求の範囲_____は、有資格な国際調査をすることができる程度まで原件を削除していなかった。国際特許の範囲に係るものである。つまり、   |   |
| 3. <input type="checkbox"/> 請求の範囲_____は、従来請求の範囲であって PCT規則(4a)の第2文及び第9条の規定に従って記載されていない。   |   |
| 第II欄   | 発明の单一が実動しているときの意見 (第1ページの3の意見)  |
| 次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際特許報告は認めた。   |   |
| 請求の範囲 1-9 に共通の本質は、マルチモード光導波路の第二の端面がシングルモードファイバと光学的に結合可能となることである。請求の範囲は、文献 1:JP 6-138335 A, 文献 2:IEE Photonic Letters Vol 5 No.1, pp.58-60, 文献 3:JP 6-317723 A のそれそれに開示されていながら、新規でないことが明らかとなつた。 |   |
| また、請求の範囲 10-18 と請求の範囲 19-20 とは、第二のシングルモード光導波路の配置が異なる。  |   |
| 1. <input type="checkbox"/>  | 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際特許報告は、すべての請求可能な請求の範囲について作成した。            |
| 2. <input type="checkbox"/>  | 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての請求可能な請求の範囲について調査することができたり、追加調査手数料を請求しなかつた。          |
| 3. <input type="checkbox"/>  | 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかつたので、この国際特許報告は、請求の範囲のうちあるべき請求の範囲のみについて作成した。 |
| 4. <input type="checkbox"/>  | 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかつたので、この国際特許報告は、請求の範囲の最初に記載されている説明について作成した。        |

追加調査手数料の算出の算出に際する注意

 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあつた。 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかつた。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.